

Nota



MORTALIDAD DE MAMÍFEROS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN CANALES DE RIEGO DEL PEDEMONTE DE YUNGAS DE LA ALTA CUENCA DEL RÍO BERMEJO, ARGENTINA.

Sebastián A. Albanesi¹, J. Pablo Jayat^{2,3} y Alejandro D. Brown¹

¹ Fundación ProYungas (FPY), Perú 1180, 4107 Yerba Buena, Tucumán, Argentina. [Correspondencia: Sebastián Albanesi <sebastianalbanesi@gmail.com>].

² Instituto de Ambiente de Montaña y Regiones Áridas (IAMRA), Universidad Nacional de Chilecito. F5360CKB Chilecito, La Rioja, Argentina.

³ Instituto de Ecología Regional, Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Las Yungas (IER- LIEY), Universidad Nacional de Tucumán. CC 34, 4107 Yerba Buena, Tucumán, Argentina.

RESUMEN. Recopilamos información sobre mortalidad de mamíferos medianos y grandes en canales de riego en Yungas de Argentina y evaluamos el rol de escaleras de escape como medida de mitigación. Implementamos registros sistemáticos de caídas y muertes en los canales y utilizamos cámaras trampa para monitorear el uso de las escaleras. Documentamos la caída de 19 especímenes de cinco especies y registramos ocho individuos muertos entre 2013 y 2015. La mayoría de las caídas y muertes correspondieron a *Mazama gouazoubira*. Las cámaras registraron 16 especies en las escaleras (34% de los registros correspondientes a *Tapirus terrestris*), que parecen tener un efecto positivo, disminuyendo la mortalidad de individuos.

ABSTRACT. Mortality of mammals and mitigation actions in irrigation canals of the Yungas piedmont of the High Bermejo River Basin, Argentina. We compiled information on mortality in medium and large mammals in irrigation canals in the Yungas of Argentina and we evaluated the role of escape ladders in mitigating this mortality. We systematically recorded falls and deaths in the canals, and used camera traps to monitor the use of escape ladders. We documented falls of 19 specimens of five species, and the deaths of eight individuals between 2013 and 2015. Most falls and deaths corresponded to *Mazama gouazoubira*. Cameras recorded 16 species on the escape ladders (34% of the records corresponding to *Tapirus terrestris*), which seem to have a positive effect, decreasing the mortality of individuals

Palabras clave: Bosques subtropicales. Conservación. Meso- y macromamíferos. Noroeste argentino.

Key words: Conservation. Medium and large mammals. Northwestern Argentina. Subtropical forest.

Las infraestructuras lineales de transporte, como carreteras y líneas ferroviarias, destruyen físicamente los hábitats naturales y constituyen obstáculos que limitan el movimiento y dispersión de algunas especies de vertebrados (Andrews, 1990; Forman et al., 2003; Strasburg, 2006). Los efectos negativos de la fragmentación del hábitat sobre la distribución de las especies, la continuidad entre poblaciones y el intercambio genético han sido relativamente bien estudiados (ej., Lodé, 2000; Fahrig, 2003; Tellería et al., 2011). Sin embargo, en muchos casos, estas infraestructuras se convierten en sí mismas en trampas mortales, ya que los individuos de ciertas especies pueden ser atraídas hacia estos lugares de alto riesgo. Por ejemplo, el calor que desprende la cinta asfáltica atrae a determinadas especies de reptiles que luego son víctimas del tránsito (Gurrutxaga y Lozano, 2010).

Las rutas constituyen las infraestructuras lineales mejor estudiadas en cuanto a su impacto directo sobre la fauna silvestre, y algunos esfuerzos han permitido evaluar el rol que cumplen ciertas medidas de mitigación (ej., Bennett, 1991; Forman y Alexander, 1998; Rodríguez y Crema, 2000; Varela y Casertano, 2006). Contrariamente a esto, la influencia de los canales para el transporte de agua sobre la mortalidad de individuos de distintas especies silvestres, y las posibles medidas de mitigación, han recibido poca atención por parte de los biólogos de la conservación. Algunos esfuerzos en este sentido han documentado mortalidad de individuos asociada a canales y sus posibles medidas de mitigación en Norteamérica (Krausman et al., 1992; Krausman y Bucci, 2010) y Europa occidental (Ramos, 1992; Arranz, 1994; Peris y Morales, 2004; García, 2009) y oriental (Gačić et al., 2013); pero los trabajos publicados sobre este tema en la región Neotropical son, hasta donde sabemos, inexistentes.

La creciente expansión de las actividades agrícolas sobre áreas naturales ha favorecido la proliferación de extensas redes de canales que hacen más eficiente el transporte del recurso hídrico. Estos acueductos constituyen focos de atracción potencialmente importantes para la fauna silvestre debido a su dependencia de este recurso, sobre todo en temporadas de sequía,

y exponen a los individuos de las especies a riesgos potenciales de mortalidad. En las Yungas de Argentina los canales de irrigación han sido mencionados como una de las principales amenazas para el tapir (*Tapirus terrestris*; Chalukian et al., 2009). Informes de Parques Nacionales han documentado la muerte de individuos pertenecientes a 19 especies de mamíferos en el área de amortiguamiento del Parque Nacional Calilegua (Nicolossi y Baldo, 2011). Sin embargo, no hemos encontrado estudios sistemáticos cuantitativos sobre este tópico y que evalúen el comportamiento de medidas de mitigación.

El objetivo de este estudio consistió en recopilar información cuantitativa sobre mortalidad de individuos de las especies de mamíferos medianos y grandes (≥ 1 kg) en canales de riego de zonas agrícolas del pedemonte de Yungas de la Alta Cuenca del Río Bermejo (ACRB) y evaluar el rol potencial de escaleras de escape construidas sobre los mismos como medida de mitigación.

El trabajo se llevó a cabo en áreas de selva pedemontana de la provincia de Jujuy, en la zona de amortiguamiento entre ambientes naturales de selva pertenecientes al Parque Nacional Calilegua y sectores productivos de caña de azúcar y cítricos de la empresa Ledesma S.A.A.I. Los canales principales de irrigación inician su recorrido en las denominadas "tomas", que son sectores donde el agua se deriva desde los ríos principales de la región. Desde allí se dirigen hacia las zonas de cultivo, en donde hacen un recorrido paralelo entre el bosque y las áreas cultivadas. Finalmente, terminan en los "desarenadores", los cuales cumplen la función de retener el sedimento del agua de río. Estudiamos el canal "San Lorenzo" y el canal "Tres Compuertas", de 23 y 11 km de longitud, respectivamente (Fig. 1). Los canales presentan un revestimiento de cemento, lo que evita la pérdida de agua por infiltración. Tienen forma de "u" con los bordes levemente inclinados hacia afuera, una profundidad de 1.8 m, 3 m de ancho en la parte superior y 1.5 m de ancho en la parte inferior. El caudal de agua promedio transportado por los canales es de 21 600 m³/h, cubriendo una altura aproximada de 1 m y alcanzando una velocidad promedio

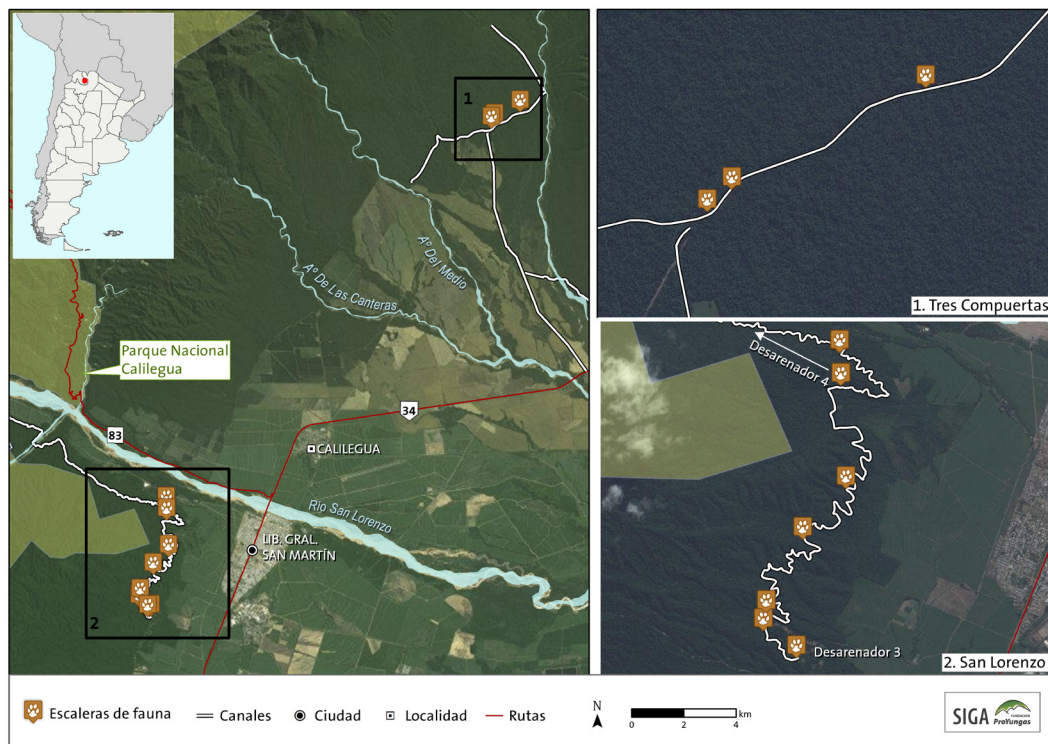


Fig. 1: Área de estudio con los canales de irrigación y la disposición de las cámaras trampa.

de 1.2 m/s. El sistema de riego es casi constante a lo largo del año, excepto cuando se realizan reparaciones.

Con el objeto de facilitar la salida y evitar la mortalidad de individuos de las especies de vertebrados de la región, durante julio de 2012 y abril de 2013, se construyeron una serie de escaleras de escape sobre los canales. Las estructuras están constituidas por cemento, poseen un ancho promedio de 3 m, y dos escalones de 20 cm de alto. Las escaleras se ubicaron del lado del canal próximo al bosque, en la parte cóncava de las curvas, y asociadas a sitios de quebradas o bajadas de pequeños arroyos, para facilitar el movimiento de los animales desde la escalera a la selva y viceversa (Fig. 2). La disposición de las escaleras de escape no es uniforme, con distancias que van entre 150 m y 1.8 km entre unas y otras.

A partir de octubre de 2013 implementamos registros sistemáticos y diarios de las especies de mamíferos medianos y grandes que caen en los canales. Las observaciones se llevaron

a cabo en los “desarenadores” por el personal técnico de la empresa Ledesma encargado del monitoreo y mantenimiento de los canales. Los registros incluyeron los siguientes datos: nombre del operario, fecha, hora aproximada de caída, especie, estado del animal (sano, herido, muerto) y observaciones. En el caso que fuera posible, solicitamos el aporte de material filmico o fotográfico.

Para documentar el uso de las escaleras por parte de los mamíferos utilizamos cámaras trampa marca Moultrie M40. Los relevamientos, que sumaron un total de 1183 días/cámara, por motivos logísticos, se llevaron a cabo solo en los meses de octubre de 2012, mayo 2013, marzo 2014 y diciembre 2015 (Tabla 1). Las estaciones de muestreo fueron ubicadas sobre una estaca de madera a un metro de altura y a una distancia de entre 2 y 3 m del centro de la escalera. Las cámaras fueron programadas para disparar 1 foto cada 5 minutos. Las estaciones estuvieron activas durante aproximadamente 40 días corridos en cada monitoreo.



Fig. 2: Características y ubicación de una de las escaleras de escape de fauna de los canales de riego.

Calculamos las frecuencias fotográficas (n° de individuos de una especie/ n° total de individuos $\times 100$) y documentamos el número de estaciones de muestreo en donde cada especie fue registrada. Para no sobreestimar los registros de una misma especie (y tomarlos como eventos independientes) consideramos solo uno de los registros producidos en una misma fecha, para una misma trampa, y dentro de un intervalo menor a 12 h. También cuantificamos el éxito de captura mediante el porcentaje de fotos efectivas respecto del total de registros obtenidos (fotografías efectivas + erróneas) (**Tabla 1**).

Entre octubre de 2013 y diciembre de 2015 documentamos la caída de 19 especímenes pertenecientes a 5 especies de mamíferos

medianos y grandes (**Tabla 2**). La mayor proporción de individuos correspondió a la corzuela parda (*Mazama gouazobira*), seguida por el tapir y el pecarí de collar (*Pecari tajacu*). El guacate (*Euphractus sexcintus*) y el tapetí (*Sylvilagus brasiliensis*) representaron un porcentaje comparativamente menor (**Tabla 2**). La mayor parte de las caídas de animales (68%) ocurrieron en los meses más secos de primavera (de octubre a noviembre), mientras que en los meses de otoño y los meses de verano-invierno los registros fueron sensiblemente más bajos (21% y 11%, respectivamente). Durante el período de muestreo registramos ocho individuos muertos, la mayoría correspondientes a especímenes de la corzuela parda. Estos datos permitieron estimar un promedio de mortalidad de tres individuos de dos especies por año (**Tabla 2**). Relevamientos realizados por guardaparques del Parque Nacional Calilegua entre los años 1998 y 2010 dieron como resultado una lista de 19 especies de mamíferos nativos con individuos muertos, la mayoría registradas en los desarenadores 3 y 4 del canal San Lorenzo (Nicolossi y Baldo, 2011). Esta lista se elaboró en base a especímenes principalmente registrados en

Tabla 1

Esfuerzo de muestreo con cámaras trampa.

Monitoreo	Fecha	Nº de cámaras	Esfuerzo de muestreo días/cámaras	Nº de fotos totales	Promedio de fotos efectivas	Nº de especies registradas
1	oct-12	7	231	43	49 %	6
2	may-13	10	363	57	62 %	11
3	mar-14	7	385	13	64 %	5
4	dic-15	7	204	17	28 %	5
TOTAL			1183	130		16

Tabla 2

Mamíferos medianos y grandes registrados: frecuencia de fotografías (n° de individuos de una especie / n° total de individuos x 100) y número de cámaras (estaciones) registrando cada especie. A: Abrevando. S: Saliendo. I: Indeterminado.

Especie	Nombre común	Nicolossi y Baldo (2011)	Planilla desarenadores		Cámaras trampa				
			Con registro de caídas	Con registro de muertes	A	S	I	Frecuencia fotográfica	N° de estaciones
<i>Didelphis albiventris</i>	Comadreja común		-	-	-	-	1	1 (1%)	1
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Oso melero	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero	X			-	-	-		
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Mulita grande		-	-	-	-	-	-	-
<i>Dasyopus yepesi</i>	Mulita de Yepes		-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetophractus vellerosus</i>	Piche llorón		-	-	-	-	-	-	-
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Gualacate	X	2 (11%)	1	-	-	-	-	-
<i>Sapajus cay</i>	Mono caí	X	-	-	1	-	4	7 (8%)	4
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro de monte	X	-	-	-	-	1	1 (1%)	1
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	Zorro pampa	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	X	-	-	-	-	1	1 (1%)	1
<i>Oncifelis geoffroyi</i>	Gato montés	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leopardus tigrinus</i>	Tirica		-	-	-	-	-	-	-
<i>Leopardus wiedii</i>	Margay		-	-	-	-	1	1 (1%)	1
<i>Puma yaguarondi</i>	Yaguaundí	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Puma concolor</i>	Puma		-	-	1	-	-	2 (2%)	1
<i>Panthera onca</i>	Yaguareté		-	-	-	-	-	-	-
<i>Conepatus chinga</i>	Zorrino común		-	-	-	-	1	1 (1%)	1

Especie	Nombre común	Nicolossi y Baldo (2011)	Planilla desarenadores		Cámaras trampa				
			Con registro de caídas	Con registro de muertes	A	S	I	Frecuencia fotográfica	N° de estaciones
<i>Eira barbara</i>	Hurón mayor		-	-	-	-	2	4 (5%)	3
<i>Galictis cuja</i>	Hurón menor	X	-	-	-	-	1	1 (1%)	1
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mayuato	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasua nasua</i>	Coatí	X	-	-	1		3	6 (7%)	3
<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir	X	3 (16%)		11	2	16	29 (35%)	6
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	X	3 (16%)	1	1	1	3	6 (87%)	2
<i>Mazama americana</i>	Corzuela colorada	X	-	-	-	1	1	1 (1%)	1
<i>Mazama gouazoubira</i>	Corzuela parda	X	10 (53%)	5	-	-	1	2 (2%)	2
<i>Coendou sp.</i>	Puerco espín	X	-	-	-	-	-	-	
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Carpincho	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dasyprocta punctata</i>	Agutí rojizo	X	-	-	6	-	24	18 (21%)	6
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapetí		1 (5%)	1	-	-	3	3 (4%)	2

los “cementeros”, que son zonas ubicadas en las inmediaciones de los desarenadores donde fueron depositados los individuos muertos durante muchos años consecutivos (**Tabla 2**). Los registros informados por Nicolossi y Baldo (2011) permitieron estimar un promedio de mortalidad de seis individuos de tres especies por año. Estos datos, mayores a los registrados en nuestro estudio, fueron obtenidos con anterioridad a la construcción de las escaleras de escape, lo que podría indicar un efecto positivo de esta medida de mitigación. Sin embargo, estas diferencias podrían deberse a los distintos enfoques metodológicos utilizados y al período de muestreo apreciablemente mayor en el caso del estudio de Nicolossi y Baldo (2011), o a factores biológicos (e.g., cambios en la abundancia de la especie) o físicos (e.g., cambios

en la disponibilidad de agua) no tenidos en cuenta en nuestro estudio.

Los monitoreos con trampas cámaras permitieron registrar 16 especies de mamíferos medianos y grandes haciendo uso de las escaleras de escape (**Tabla 2** y **Fig. 3**). Individuos de tres de estas especies fueron inequívocamente registrados saliendo del canal por las escaleras, en cuatro especies los individuos las utilizaron solo como un acceso al recurso hídrico, y para nueve especies la utilización no pudo ser identificada con certeza (**Tabla 2**). El tapir fue la especie más frecuentemente registrada, seguida por el agutí (*Dasyprocta punctata*). El resto de las especies tuvieron frecuencias de registros menores al 10% (**Tabla 2**, **Fig. 4**). El número de especies registradas constituye el 55% de los mamíferos de mediano y gran



Fig. 3: Mamíferos medianos y grandes fotografiados en las escaleras de escape. A) Corzuela parda saliendo por una de las escaleras. B) Agutí abrevando en una de las escaleras. C) Coatíes abrevando en una de las escaleras. D) Tapir saliendo por una de las escaleras del canal San Lorenzo.

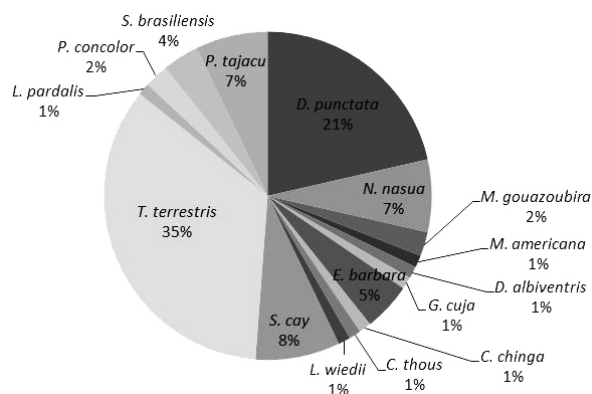


Fig. 4: Distribución porcentual de las frecuencias de registros de las especies de mamíferos medianos y grandes registradas durante los monitoreos con cámaras trampa en las escaleras de escape para mamíferos.

tamaño fotografiadas en el área de amortiguamiento pedemontano de la empresa Ledesma (Tabla 2; Albanesi, datos no publicados) y el 84% de las especies mencionadas como víctimas del canal en el trabajo de Nicolossi y Baldo (2011). Algunas de las especies registradas se encuentran bajo algún riesgo de conservación en Argentina, como el tapir, en peligro de extinción; el margay (*Leopardus wiedii*) y el hurón menor (*Galictis cuja*), en situación vulnerable; y el ocelote (*Leopardus pardalis*), el agutí y el zorro de monte (*Cerdocyon thous*), consideradas como casi amenazadas (Ojeda et al., 2012).

Aunque las diferencias metodológicas entre nuestro estudio y aquel de Nicolossi y Baldo (2011) no permiten comparaciones sólidas, y a pesar de que nuestro diseño de muestreo no estuvo orientado a estimar diferencias estadísticamente significativas entre áreas con y sin escaleras de escape, los registros obtenidos mediante las trampas inducen a pensar que esta medida de mitigación tiene un efecto positivo. Muchos de los registros claramente documentaron individuos de mamíferos en comportamiento de “salida o escape” de los canales, y en otros casos permitieron observar que numerosas especies las utilizan como zonas de acceso para beber (Fig. 3). Es decir, las escaleras no solo permitirían que los animales caídos tengan más posibilidades de salir de los canales, sino que brindarían una vía de acceso al recurso hídrico con mucho menos riesgo de caída, sobre todo en la temporada de sequía, cuando los canales llevan un menor caudal

y los animales deben arriesgarse más para alcanzar la superficie del agua. Registros filmicos obtenidos por los operarios involucrados en los relevamientos (<https://www.youtube.com/watch?v=9XzJL5zk1AM>; https://www.youtube.com/watch?v=_ctimCCo0_E) también apoyan la idea de que las escaleras representan una medida de mitigación efectiva, al menos para algunas especies. En estos registros se observa cómo especímenes de *Tapirus terrestris* y *Pecari tajacu* arrastrados por la corriente de los canales utilizan las escaleras como plataforma de salida. Sin embargo, es necesario destacar que algunos estudios (Krausman y Bucci, 2010 y referencias allí) indican que estas estructuras no fueron del todo efectivas en el caso del ciervo mulo (*Odocoileus hemionus*) en el este de California, EE. UU. Según Guenther et al. (1979), en ocasiones, a los animales les resulta difícil reconocer las escaleras como sectores de salida, por lo que se ha propuesto la utilización de cables con flotadores cuya función es dirigir a los animales y la colocación de escaleras a ambos lados de los canales. Sin embargo, estas soluciones conllevan otros problemas de difícil solución (Krausman y Bucci, 2010). Una modificación adicional, que pensamos podría ser efectiva, incluye aumentar el número de estas estructuras de escape (para que estén más cercanas entre sí) y orientar la ubicación de las mismas para que coincidan con las quebradas, las cuales constituyen zonas de descenso y ascenso de los mamíferos desde y hacia la selva. Esto probablemente disminuiría los eventos de contacto de los mamíferos con sectores de canales en donde el acceso al agua representa un riesgo mayor.

Aunque preliminar, este trabajo representa uno de los primeros esfuerzos por documentar en forma sistemática la mortalidad de especímenes de mamíferos medianos y grandes

asociada a canales de irrigación en Argentina. Constituye, además, una línea de base para el desarrollo de monitoreos a largo plazo que evalúen la efectividad de las escaleras de escape como una posible medida de mitigación de la mortalidad producida por estas obras de infraestructuras. Diseños de muestreos más elaborados, que permitan evaluar la efectividad de esta medida de mitigación, deberían incluir registros de mortalidad en desarenadores de canales con y sin escaleras de escape, a largo plazo, y en distintas épocas del año; así como estimaciones de tamaños poblacionales de las especies de mamíferos y otros factores que potencialmente puedan influir sobre el uso de los canales. Del mismo modo, la utilización de las escaleras por parte de los mamíferos debería ser monitoreada mediante la programación de las cámaras para la obtención de un mayor número de fotografías (o filmaciones), lo que permitiría interpretar mejor (reducir el número de registros “indeterminados”) el uso que estas especies hacen de las mismas.

Agradecimientos. Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de Roberto Cáceres, Beatriz Velásquez y operarios de la empresa Ledesma SAAI, quienes colaboraron activamente en las tareas de campo. La mayor parte de los relevamientos fueron solventados con fondos aportados por la empresa Ledesma SAAI y la Dirección de Bosques de la Nación (Ley N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos). Agradecemos la colaboración de Karina Buzza del SIGA ProYungas, quien confeccionó el mapa de los relevamientos. Las correcciones y sugerencias de dos revisores anónimos mejoraron significativamente el manuscrito original de este trabajo. Este trabajo fue realizado con el apoyo institucional de la Fundación ProYungas (FPY), el Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas del Instituto de Ecología Regional (LIEY-IER) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

LITERATURA CITADA

- ANDREWS A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: A Review. *Australian Zoologist* 26:3-4.
- ARRANZ LM. 1994. Mortalidad no natural de vertebrados en un canal de Burgos. *Monográfico de Conservación de Especies* 22:14-15.
- BENNETT AF. 1991. Roads, roadsides, and wildlife conservation: a review. Pp. 99-118, en: *Nature Conservation 2. The Role of Corridors* (DA Saunders y RJ Hobbs, eds.). Chipping Norton, Australia, Surrey Beatty.
- CHALUKIAN SC, S DE BUSTOS, L LIZARRAGA, D VARELA, A PAVIOLO y V QUSE. 2009. Plan de acción para la conservación del tapir (*Tapirus terrestris*) en Argentina. Dirección de Fauna Silvestre de la Nación. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- FAHRIG L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 34:487-515.
- FORMAN RTT, D SPERLING, JA AP BISSONETTE, AP CD CLEVINGER, CLEVINGER CD CUTSHALL, VH DALE, L FAHRIG, R FRANCE, CR GOLDMAN, K HEANUE, JA JONES, FJ SWANSON, T TURRENTINE y TC WINTER. 2003. *Road Ecology. Science and Solutions*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- FORMAN RTT y LE ALEXANDER. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:207-231.
- GAČIĆ DP, M DANILOVIĆ y L ĐORĐEV. 2013. Lined irrigation canals in field hunting grounds of Vojvodina and their influence on wildlife. *Forestry Review* 44:11-15.
- GARCÍA P. 2009. Mortality of vertebrates in irrigation canals in an area of west-central Spain. *Animal Biodiversity and Conservation* 32(2):123-126.
- GUENTHER HR, FP SHARPE y P STRAUSS. 1979. Mule deer losses-Mohawk Canal, Arizona: A problem identified - A solution sought. Pp. 642-644, en: *The mitigation symposium: A national workshop on mitigating losses of fish and wildlife habitats*. (GA Swanson, eds). U. W. Forest Service General Technical Report RM-65.
- GURRUTXAGA MSV y PJV LOZANO. 2010. Causas de los procesos territoriales de fragmentación de habitats. *Lurralde: Investigación y Espacio* 33:147-158.
- KRAUSMAN PR, BD LEOPOLD, KR RAUTENTRAUCH, JR MORGAT y RC ETCHBERGER. 1992. Desert mule deer mortality and the Central Arizona Project. Pp. 43-47, en: *The biology of deer* (RD Brown, ed.) Springer, Berlin Heidelberg New York.
- KRAUSMAN PR y M BUCCI. 2010. Mule deer associations with the All American Canal, eastern California, USA. *Galemys* 22:123-147.
- LODÉ T. 2000. Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *AMBIO* 29:163-166.
- NICOLOSI G y J BALDO. 2011. Impacto del sistema de riego sobre la fauna silvestre en el área de amortiguamiento del Parque Nacional Calilegua. *Informe Técnico APN N° 02/2011*.
- OJEDA RA, V CHILLO y GB DÍAZ ISENRAH. 2012. *Libro rojo de mamíferos amenazados de la Argentina*. SAREM, Argentina.
- PERIS S y J MORALES. 2004. Use of passages across a canal by wild mammals and related mortality. *European Journal of Wildlife Research* 50:67-72.
- RAMOS FJ. 1992. Mortalidad de vertebrados en el canal de Cacán (Granada). *Monográfico de Conservación de Especies* 20:19-20.
- RODRÍGUEZ A y G CREMA. 2000. Las infraestructuras lineales y su efecto barrera sobre los vertebrados. *Quercus* 167:22-27.

STRASBURG JL. 2006. Roads and genetic connectivity. *Nature* 440:875-876.

TELLERÍA JL, JA DÍAZ, J. PÉREZ-TRIS, E DE JUANA, I DE LA HERA, P IRAETA, A SALVADOR y T SANTOS. 2011. Barrier effects on vertebrate distribution caused by a motorway crossing through fragmented forest landscape. *Animal Biodiversity and Conservation* 34(2):331-340.

VARELA D y S CASERTANO. 2006. "Corredor Biológico y Ecoturístico "Urugua-í - Foerster". Propuesta de medidas de mitigación del impacto ambiental de las obras pavimentación de la ruta nacional 101 en el tramo del corredor biológico entre los parques provinciales Urugua-í y Foerster". Conservación Argentina, Puerto Iguazú, Misiones.